



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 676 232 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

See US 5,876,681

(21) Numéro de dépôt : **95400727.4**

(51) Int. Cl.⁸ : **B01D 53/94, B01J 23/00**

(22) Date de dépôt : **03.04.95**

09/01, 142

(30) Priorité : **08.04.94 FR 9404158**

(43) Date de publication de la demande :
11.10.95 Bulletin 95/41

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU NL PT SE

(71) Demandeur : **RHONE-POULENC CHIMIE**
25, Quai Paul Doumer
F-92408 Courbevoie Cédex (FR)

(72) Inventeur : **Barthe, Philippe**
68, avenue Jacques Duclos
F-95270 Saint-Martin-du-Tertre (FR)
Inventeur : **Macaudiere, Pierre**
64, rue de Nanterre
F-92600 Asnières-sur-Seine (FR)
Inventeur : **Seguelong, Thierry**
121, avenue Pablo Picasso
F-92000 Nanterre (FR)

(74) Mandataire : **Dubruc, Philippe et al**
RHONE-POULENC CHIMIE,
Direction de la Propriété Industrielle,
25, Quai Paul Doumer
F-92408 Courbevoie Cédex (FR)

(54) **Catalyseurs de réduction des émissions des oxydes d'azote à base de spinelles.**

(57) La présente invention concerne l'utilisation de catalyseurs pour le traitement des gaz d'échappement de moteurs à combustion interne à teneur élevée en oxygène.

Ces catalyseurs peuvent être du type comprenant un oxyde massique de structure spinelle et de formule ZnAl_2O_4 ou comprenant un oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse à l'exception de ZnAl_2O_4 . Ils peuvent être obtenus notamment par chamottage des précurseurs des éléments constitutifs de la spinelle, ou à partir d'une solution ou suspension de sels des éléments constitutifs de la spinelle puis séchage et calcination du milieu ainsi obtenu ou encore par combustion d'un mélange de précurseurs des éléments constitutifs de la spinelle et d'une source de carbone et d'azote.

EP 0 676 232 A1

La présente invention concerne l'utilisation de catalyseurs pour la réduction des émissions des oxydes d'azote à base de spinelle pour le traitement de gaz d'échappement.

On sait que la réduction des émissions des oxydes d'azote (NOx) des gaz d'échappement des moteurs d'automobile notamment est effectuée à l'aide de catalyseurs "trois voies" qui utilisent stoechiométriquement les gaz réducteurs présents dans le mélange. Tout excès d'oxygène se traduit par une détérioration brutale des performances du catalyseur.

Or, certains moteurs comme les moteurs diesel ou les moteurs essence fonctionnant en mélange pauvre (lean burn) sont économes en carburant mais émettent des gaz d'échappement qui contiennent en permanence un large excès d'oxygène d'au moins 5% par exemple. Un catalyseur trois voies standard est donc sans effet sur les émissions en NOx de ces moteurs. Par ailleurs, la limitation des émissions en NOx est rendue impérative par le durcissement des normes en post combustion automobile qui s'étendent maintenant à ce type de moteurs.

Il existe donc un besoin réel d'un catalyseur efficace pour la réduction des émissions des NOx.

L'objet de l'invention est donc de trouver un catalyseur qui puisse être utilisé pour le traitement de gaz d'échappement à teneur élevée en oxygène.

Dans ce but et selon un premier mode de réalisation, l'invention concerne l'utilisation pour le traitement de gaz d'échappement à teneur élevée en oxygène, en vue de la réduction des émissions des oxydes d'azote, d'un catalyseur comprenant un oxyde massif de structure spinelle et de formule $ZnAl_2O_4$.

Selon un deuxième mode de réalisation, l'invention concerne l'utilisation pour le traitement de gaz d'échappement à teneur élevée en oxygène, en vue de la réduction des émissions des oxydes d'azote, d'un catalyseur comprenant un oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse à l'exception de $ZnAl_2O_4$.

Les catalyseurs utilisés dans le cadre de la présente invention présentent une zone de fonctionnement qui est au moins comprise entre 450 et 600°C. Ils possèdent en outre une stabilité qui leur permet de rester actifs même après des montées en température supérieures à 600°C ou même supérieures à 700°C.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention apparaîtront encore plus complètement à la lecture de la description qui va suivre, ainsi que des divers exemples concrets mais non limitatifs destinés à l'illustrer.

Comme on l'a indiqué plus haut, les catalyseurs utilisés dans le cadre de la présente invention peuvent se présenter selon deux modes de réalisation qui vont être décrits plus particulièrement ci-dessous.

Pour l'ensemble de la description on entend par spinelle les composés de formule générale

AB_2O_4 dans laquelle A et B sont habituellement des ions de transition de taille voisine, généralement A étant un ion divalent et B un ion trivalent. Par structure spinelle inverse, on entend les composés de formule générale $B(AB)O_4$. Enfin, tout ce qui est décrit par la suite au sujet de la structure spinelle s'applique autant à la structure spinelle normale qu'à la structure spinelle inverse.

Dans le cas du premier mode, le catalyseur comprend à titre de phase active une spinelle de formule $ZnAl_2O_4$. Dans ce même cas, cette phase active se présente sous forme d'un oxyde massif. On entend par là que la spinelle $ZnAl_2O_4$ est présente dans l'ensemble du volume de la phase active d'une manière homogène et non pas par exemple en surface de celle-ci.

Dans le cas du second mode de réalisation, le catalyseur comprend à titre de phase active une spinelle normale ou une spinelle inverse de formule différente de $ZnAl_2O_4$.

Plus particulièrement dans ce second cas, l'oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse répond globalement à la formule (I) :



dans laquelle:

A est au moins un élément choisi dans les groupes IIa, IIb, IIIb, IVb et Vb ainsi que les éléments de transition de la classification périodique;

B est au moins un élément choisi dans les groupes IVa, VIa, VIIa, VIII, Ib à Vb de la classification périodique.

La classification périodique des éléments à laquelle il est fait référence est celle publiée dans le Supplément au Bulletin de la Société Chimique de France n° 1 (janvier 1966). Par éléments de transition, on entend ceux des groupes IVa à VIII.

Encore plus particulièrement, l'oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse répond à la formule (I) dans laquelle A est au moins un élément choisi dans le groupe comprenant Mg, Ti, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn et Sn, et B est au moins un élément choisi dans le groupe comprenant Ti, Mn, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, Ga, In, Sn et Sb.

On peut mentionner à titre d'exemples, les spinelles de formule (I) dans lesquelles B est l'aluminium ou le gallium.

La description qui vient d'être faite s'applique aussi à l'utilisation de composés qui se présentent sous la forme d'un mélange de spinelles à structure normale ou inverse.

En outre, il a été mentionné que dans la composition des catalyseurs utilisés, des éléments comme Zn, Cu, Sn et Sb, qui sont des éléments volatils. Or, on sait qu'avec de tels éléments, compte tenu de la température de préparation des spinelles et du fait de la volatilisation de ces éléments, on forme des produits présentant des lacunes et qui peuvent être représentés par la formule $A_{1-x}B_xB_{2-x}O_4$. De tels pro-

duits peuvent bien sûr être utilisés dans le cadre de l'invention. On peut noter que des produits lacunaires du même type peuvent aussi être préparés en utilisant des quantités de produits de départ en défaut stoechiométrique. Ces produits sont eux aussi utilisables dans le cadre de la présente invention.

Les catalyseurs utilisés dans le cadre de la présente invention peuvent comprendre, outre la phase active à base de spinelle du type décrit ci-dessus, tout type de métaux précieux utilisables habituellement en catalyse tel que par exemple le platine, le palladium, le rhodium, le ruthénium, l'argent, l'or, l'iridium ou le rhénium.

En outre, les phases actives de ces catalyseurs peuvent être mises sur tout type de support utilisé habituellement dans ce domaine technique, comme, par exemple, les oxydes de lanthanide comme CeO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 ou SiO_2 , ces supports pouvant être éventuellement dopés, ou encore les zéolites, les silicates, les phosphates de silicoaluminium cristallins, les phosphates d'aluminium cristallins, ces silicates ou phosphates pouvant comprendre des substituants métalliques comme par exemple le titane, le fer, le magnésium, le zinc, le manganèse, le cobalt, le gallium, le lanthane, le cuivre, le molybdène, le chrome, le germanium ou le bore.

Les catalyseurs utilisés dans le cadre de la présente invention peuvent être préparés par différents procédés.

Selon un premier procédé, l'oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse constituant la phase active du catalyseur est obtenu par chamottage de précurseurs des éléments constitutifs de la spinelle.

Ces précurseurs sont généralement des oxydes. Ils sont mélangés et broyés puis éventuellement mis en forme sous pression, par exemple pastillés. Le mélange est ensuite calciné à une température et sur une durée suffisantes pour obtenir la phase recherchée. Généralement, la température est d'au moins 700°C . La durée de la calcination est d'autant plus faible que la température est élevée. La calcination se fait habituellement sous air et elle peut être réalisée sous atmosphère statique ou sous balayage. Si nécessaire, plusieurs cycles de calcination peuvent être effectués éventuellement avec des broyages et des mises en forme intermédiaires.

Selon un second procédé, on forme tout d'abord une solution ou suspension de sels des éléments constitutifs de la spinelle. Le cas échéant, on peut aussi mettre en suspension le support avec lesdits éléments constitutifs.

A titre de sels, on peut choisir les sels d'acides inorganiques comme les nitrates, les sulfates ou les chlorures, les nitrates étant les sels préférés.

On peut aussi utiliser les sels d'acides organiques et notamment les sels d'acides carboxyliques aliphatiques saturés ou les sels d'acides hydroxycarboxyliques. A titre d'exemples, on peut citer les for-

mates, acétates, propionates, oxalates ou les citrates.

La solution ou suspension ainsi formée est ensuite séchée.

On peut utiliser tout type de séchage connu mais le séchage se fait de préférence par atomisation, c'est à dire par pulvérisation du mélange dans une atmosphère chaude (spray-drying). L'atomisation peut être réalisée au moyen de tout pulvérisateur connu en soi, par exemple par une buse de pulvérisation du type pomme d'arrosoir ou autre. On peut également utiliser des atomiseurs dits à turbine. Sur les diverses techniques de pulvérisation susceptibles d'être mises en oeuvre dans le présent procédé, on pourra se référer notamment à l'ouvrage de base de MASTERS intitulé "SPRAY-DRYING" (deuxième édition, 1976, Editions Gerge Godwin - London).

On notera que l'on peut également mettre en oeuvre l'opération d'atomisation-séchage au moyen d'un réacteur "flash", par exemple du type mis au point par la Demanderesse et décrit notamment dans les demandes de brevet français n° 2 257 326, 2 419 754 et 2 431 321. Dans ce cas, les gaz traitants (gaz chauds) sont animés d'un mouvement hélicoïdal et s'écoulent dans un puits-tourbillon. Le mélange à sécher est injecté suivant une trajectoire confondue avec l'axe de symétrie des trajectoires hélicoïdales desdits gaz, ce qui permet de transférer parfaitement la quantité de mouvement des gaz au mélange à traiter. Les gaz assurent ainsi en fait une double fonction d'une part la pulvérisation, c'est à dire la transformation en fines gouttelettes, du mélange initial, et d'autre part le séchage des gouttelettes obtenues. Par ailleurs, le temps de séjour extrêmement faible (généralement inférieur à $1/10$ de seconde environ) des particules dans le réacteur présente pour avantage, entre autres, de limiter d'éventuels risques de surchauffe par suite d'un contact trop long avec les gaz chauds.

Selon les débits respectifs des gaz et du mélange à sécher, la température d'entrée des gaz est, par exemple, comprise entre 400 et 900°C et plus particulièrement entre 600 et 800°C , la température du solide séché entre 110 et 250°C par exemple, de préférence entre 125 et 200°C .

Après le séchage, le produit obtenu est calciné. La calcination se fait à une température suffisante pour obtenir la formation de la phase désirée. Habituellement, cette température est d'au moins 600°C . La durée de la calcination peut varier entre une demi-heure et 10 heures par exemple. Cette durée est d'autant plus faible que la température de calcination est élevée. La calcination se fait habituellement sous air et elle peut être réalisée sous atmosphère statique ou sous balayage.

Un troisième procédé peut être mis en oeuvre pour la préparation des catalyseurs utilisés dans le cadre de la présente invention. Dans ce procédé, on for-

m tout d'abord un mélange de précurseurs des éléments constitutifs de la spinelle d'une source de carbone et d'azote, ce mélange pouvant se présenter éventuellement sous forme d'une solution.

Les précurseurs utilisés habituellement sont des sels des éléments et plus particulièrement des nitrates ou des chlorures.

La source de carbone et d'azote est habituellement un composé organique comme par exemple l'urée ou la glycine.

On effectue ensuite une combustion du mélange ainsi formé en le portant à une température suffisante, généralement à au moins 300°C, par exemple à 500°C. Dans le cas d'une solution, celle-ci est portée à ébullition dans le four avant de s'enflammer. On peut obtenir transitoirement dans le mélange des températures de calcination très élevées. La température de réaction peut être modulée en modifiant le rapport molaire source de carbone et d'azote/précurseur.

À la fin de la combustion le produit est broyé si nécessaire.

Bien entendu, il est tout à fait possible dans le cadre de la présente invention d'utiliser d'autres procédés de préparation des phases actives que ceux qui ont été décrits plus haut. On peut citer, par exemple, les voies sol-sol, sol-gel ou les voies par précipitation aqueuse ou organique.

Les catalyseurs peuvent être utilisés sous diverses formes telles que granulés, billes, cylindres ou nid d'abeille de dimensions variables. Ils peuvent aussi être utilisés dans des systèmes catalytiques comprenant un revêtement (wash coat) à base des phases actives décrites plus haut, sur un substrat du type par exemple monolithe métallique ou en céramique.

L'invention s'applique au traitement des gaz d'échappement qui présentent un excès d'oxygène. On entend par excès d'oxygène, une teneur (exprimée en volume) en cet élément d'au moins 5%, plus particulièrement d'au moins 10%, cette teneur pouvant par exemple se situer entre 5 et 15%. Dans un tel cas, une des réactions que l'on cherche à catalyser est la réaction HC (hydrocarbures) + NO_x.

L'invention s'applique à la fabrication et l'utilisation de tout système catalytique du type mentionné plus haut à base des catalyseurs qui ont été décrits précédemment pour le traitement des gaz d'échappement présentant un excès d'oxygène.

Les hydrocarbures qui peuvent être utilisés comme agent réducteur pour l'élimination des NO_x sont notamment les gaz ou les liquides des familles des carbures saturés, des carbures éthyléniques, des carbures acétyléniques, des carbures aromatiques et les hydrocarbures des coupes pétrolières comme par exemple le méthane, l'éthane, le propane, le butane, le pentane, l'hexane, l'éthylène, le propylène, l'acétylène, le butadiène, le benzène, le toluène, le xylène, le kérosène et le gaz il.

Les composés organiques contenant de l'oxygène peuvent être notamment les alcools du type par exemple alcools saturés comme le méthanol, l'éthanol ou le propanol; les éthers comme l'éther méthylé ou l'éther éthylique; les esters comme l'acétate de méthyle et les cétones.

Les gaz susceptibles d'être traités par la présente invention sont par exemple ceux issus de turbines à gaz, de chaudières de centrales thermiques ou encore de moteurs à combustion interne, notamment de moteurs diesel ou de moteurs fonctionnant en mélange pauvre.

Des exemples vont maintenant être donnés.

Dans les exemples donnés ci-dessous, les produits obtenus sont testés de la manière suivante pour évaluer leurs performances catalytiques.

1,5 g du catalyseur en poudre sont chargés dans un réacteur en quartz.

Le mélange réactionnel à l'entrée du réacteur a la composition suivante (en volume):

- NO = 900 vpm
- C₃H₈ = 900 vpm
- O₂ = 5%
- CO₂ = 10%
- H₂O = 10%
- N₂ = qsp 100%

Le débit global est de 10 NI/h.

La VVH est de l'ordre de 10000 h⁻¹.

Les signaux de HC (C₃H₈), NO et NO_x (NO_x = NO + NO₂) sont enregistrés en permanence ainsi que la température dans le réacteur.

Le signal de HC est donné par un détecteur BECKMAN d'HC totaux, basé sur le principe de la détection par ionisation de flamme.

Les signaux de NO et NO_x sont donnés par un analyseur de NO_x ECOPHYSICS, basé sur le principe de la chimie-luminescence: il donne les valeurs de NO, NO_x et NO₂, cette dernière étant calculée par différence des signaux de NO_x et NO.

L'activité catalytique est mesurée à partir des signaux HC, NO, NO₂ et NO_x en fonction de la température lors d'une montée en température programmée de 20 à 700°C à raison de 3,75°C/mn et à partir des relations suivantes:

- Le taux de conversion en NO (T_{NO}) en % qui est donné par:

$T(\text{NO}) = 100(\text{NO}^\circ - \text{NO}) / \text{NO}^\circ$ avec NO[°] signal de NO à l'instant t = 0 qui correspond au début de la programmation de température.

- Le taux de conversion de HC (THC) en % qui est donné par:

$T(\text{HC}) = 100(\text{HC}^\circ - \text{HC}) / \text{HC}^\circ$ avec HC[°] signal de HC à l'instant t = 0 qui correspond au début de la programmation de température.

- Le taux de conversion global des NO_x (TNO_x) en % qui est donné par:

$T(\text{NO}_x) = 100(\text{NO}_x^\circ - \text{NO}_x) / \text{NO}_x^\circ$ avec NO_x[°] signal de NO_x à l'instant t = 0 qui correspond au

début de la programmation de température.

Enfin, on entend par surface spécifique, la surface spécifique B.E.T. déterminée par adsorption d'azote conformément à la norme ASTM D 3663-78 établie à partir de la méthode BRUNAUER - EM-METT- TELLER décrite dans le périodique "The Journal of the American Society", 60, 309 (1938)*.

EXEMPLE 1

Cet exemple concerne un catalyseur de formule ZnAl_2O_4 .

On utilise comme précurseurs des oxydes (ZnO , Al_2O_3) mélangés et broyés dans un mortier en agathe, puis pastillés à 1 tonne/cm². Le mélange est ensuite calciné sous air dans un creuset d'alumine.

Le composé ZnAl_2O_4 est obtenu après 2 cycles de calcination à 1000°C pendant 15 h, avec un broyage et un pastillage intermédiaire. Dans ces conditions, la diffraction des rayons X montre la présence de ZnAl_2O_4 . La surface spécifique BET est inférieure à 0,50 m²/g.

Les performances du catalyseur sont données dans le tableau 1 ci-dessous.

Ces performances montrent:

- un bon niveau d'activité (maximum à environ 20% de conversion globale de NO_x à 540°C) compte tenu de la très faible surface spécifique (< 0,50 m²/g);
- une zone de conversion des NO_x allant de 450 à 600°C.

TABLEAU 1

Temperature	THC	TNO	TNO _x
399	0,0	0,0	0,0
450	2,3	0,0	2,1
498	11,1	3,1	11,2
550	45,6	9,9	19,6
599	86,0	4,7	3,3
649	95,2	10,6	1,9

EXEMPLE 2

Cet exemple concerne un catalyseur de même nature que celui de l'exemple 1, mais préparé par une voie différente. Un mélange de nitrate à 0,2 mol/l en Zn et 0,4 mol/l en Al est séché par atomisation sur un BUCHI. La température d'entrée des gaz est de 240°C et la température de sortie du produit est de 115°C, avec un débit d'atomisation de 800 ml/h. La poudre ainsi obtenue est calcinée 6 h à 800°C dans une nacelle d'alumine, avec une montée programmée à

5°C/min.: la diffraction des rayons X met en évidence la phase ZnAl_2O_4 parfaitement cristallisée. Dans ce cas là, la surface spécifique BET est de 33 m²/g.

Les performances du catalyseur sont données dans le tableau 2 ci-dessous qui montre :

- un niveau d'activité remarquable (maximum d'environ 40% de taux de conversion globale de NO_x à 550°C, compte tenu de la surface spécifique du catalyseur (33 m²/g);
- une large zone de conversion des NO_x allant de 350 à 600°C;

TABLEAU 2

Température	THC	TNO	TNO _x
350	1,1	6,4	4,0
400	7,4	7,1	8,1
449	25,9	16,7	21,4
500	56,9	31,9	36,3
549	80,4	36,1	40,2
600	94,8	20,2	17,8
649	97,7	21,9	6,4

EXEMPLE 3

Cet exemple concerne un catalyseur de formule $\text{Sn}_{0,025}\text{Zn}_{0,975}\text{Al}_2\text{O}_4$.

Un mélange de nitrates à 0,195 mol/l en Zn, 0,4 mol/l en Al et 0,005 mol/l de Sn est séché par atomisation sur un BUCHI. La température d'entrée des gaz est de 245°C et la température de sortie du produit est de 115°C avec un débit d'atomisation de 850 ml/h. La poudre ainsi obtenue est calcinée 6 h à 800°C dans une nacelle alumine, avec une montée programmée à 5°C/min. La diffraction des rayons X réalisée sur cette poudre met en évidence une phase pure dont le système de pics de Bragg est similaire à ZnAl_2O_4 . La surface spécifique BET est de 34 m²/g.

Les performances du catalyseur sont données dans le tableau 3 ci-dessous qui montre :

- un niveau d'activité remarquable (maximum d'environ 40% de conversion de NO_x à 490°C), compte tenu de la surface spécifique du catalyseur.
- une large zone de conversion des NO_x allant de 400 à 600°C.

TABLEAU 3

T mpérature	THC	TNO	TN _x
349	0,0	1,4	0,0
398	5,2	1,6	2,9
449	29,5	15,3	20,2
499	62,7	32,8	39,7
549	86,5	27,5	32,9
599	94,6	18,3	16,3
650	97,1	17,4	5,6

EXEMPLE 4

Cet exemple concerne un catalyseur de formule ZnGa_2O_4 .

On utilise comme précurseurs des oxydes ZnO et Ga_2O_3 qui seront mélangés et broyés dans un mortier en agathe, puis pastillés à 1 tonne/cm². Le mélange est ensuite calciné sous air dans un creuset d'alumine. Le composé ZnGa_2O_4 est obtenu après 2 cycles de calcination à 1000°C pendant 15 h avec un broyage et un pastillage intermédiaire. Dans ces conditions, la diffraction des rayons X montre la présence de ZnGa_2O_4 . La surface spécifique BET est inférieure à 0,50 m²/g.

Les performances du catalyseur sont données dans le tableau 4 ci-dessous qui montre :

- un bon niveau d'activité (maximum à environ 25% de conversion de NO_x à 530°C), compte tenu de la très faible surface spécifique (< 0,50 m²/g).
- une zone de conversion des NO_x allant de 400 à 650°C.

TABLEAU 4

Température	THC	TNO	TNO _x
300	0,0	5,9	1,0
349	0,0	7,4	2,4
399	0,0	6,6	3,3
448	2,7	8,4	7,8
499	19,1	16,6	19,7
548	55,0	21,0	22,1
599	86,3	12,0	9,9
648	94,7	8,2	6,4
676	97,0	10,9	5,4

Pour les exemples qui suivent le mélange réactionnel à l'entrée du réacteur a la composition suivante (en volume) :

- $\text{NO} = 300 \text{ vpm}$
- $\text{C}_3\text{H}_8 = 300 \text{ vpm}$
- $\text{O}_2 = 10\%$
- $\text{CO}_2 = 10\%$
- $\text{H}_2\text{O} = 10\%$
- $\text{N}_2 = \text{qsp } 100\%$
- Charge catalytique = 300mg

Le débit global est de 10 NI/h.

La VVH est de l'ordre de 20000 h⁻¹.

Par ailleurs, les catalyseurs sont préparés selon la méthode générale donnée ci-dessous :

Un mélange de sels, de sols ou encore d'oxydes en suspension est réalisé sous agitation par dissolution des sels ou mise en suspension des sols et oxydes; ceci dans un volume approprié d'eau (concentration en sels : 0,25 à 1 M/l; suspensions 50 à 250 g/l). Ce mélange est coséché au sécheur Büchi avec une température d'entrée comprise entre 220° et 250°C, température de sortie entre 100 et 150°C, avec un débit de suspension de 1,5 ml/mn à 15 ml/mn.

La poudre ainsi obtenue est calcinée entre 500 et 900°C, montée programmée de 1°/mn à 5°/mn, palier compris entre 2 h et 6 h à cette même température.

EXEMPLE 5

Cet exemple concerne un catalyseur de formule $\text{Zn}_{0,9}\text{Al}_2\text{O}_4$.

Il est préparé selon la méthode donnée ci-dessus en utilisant comme produits de départ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ et $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$.

Les performances sont données dans le tableau

TABLEAU 5

Température	THC	TNO	TNO _x
350	3,2	0	0
400	5,5	0,1	2,8
450	11,9	3,1	5,0
500	33,4	11,7	14,6
550	74,3	40,4	30,0
600	94,8	44,2	27,6
650	99,9	33,4	18,0
700	100	23,3	11,1

EXEMPLE 6

Cet exemple concerne un catalyseur de formule globale $\text{SnZnGa}_2\text{O}_4$ sur un support en alumine. La teneur en étain est de 1,6% en poids. Le catalyseur est préparé selon la méthode donnée ci-dessus en utilisant comme produits de départ $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ et $\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$ en solution à 3,24M/l et une alumine mise en suspension. L'alumine utilisée est une alumine Condea calcinée à 800°C. La proportion en poids catalyseur/support en alumine est de 20/80.

Les performances sont données dans le tableau 6.

TABLEAU 6

Température	THC	TNO	TNO _x
300	2,0	0	0
350	4,5	0	0
400	10,6	0	1,6
450	26,7	2,5	6,5
500	58,3	16,8	20,2
550	90,4	29,8	32,9
600	98,7	21,2	23,9
650	100	9,7	11,2
700	100	1,8	4,0

EXEMPLE 7

Cet exemple concerne un catalyseur de formule ZnGa_2O_4 sur un support en alumine. L'alumine utilisée est une alumine Condea calcinée 2h à 760°C. La proportion en poids catalyseur/support en alumine

est de 20/80.

Les performances sont données dans le tableau 7.

TABLEAU 7

Température	THC	TNO	TNO _x
350	5,1	0	0
400	11,3	0	1,6
450	25,6	4,4	8,2
500	60,9	17,4	20,4
550	91,1	38,5	39,9
600	97,8	42,2	38,3
650	100	17,4	16,3
700	100	3,1	3,2

EXEMPLE 8

Cet exemple concerne un catalyseur de formule MgAl_2O_4 .

Le catalyseur est préparé selon la méthode donnée plus haut en utilisant comme produits de départ $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ et $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Il est utilisé dans les mêmes conditions que celles des exemples 5 à 7 mais dans une quantité de 1,59 et une VVH de 10000 h⁻¹. Les performances sont données dans le tableau 8.

TABLEAU 8

Température	THC	TNO	TNO _x
400	0	0	0
450	2,2	1,2	0,7
500	12,6	14,7	14,7
550	49,7	33,9	33,8
600	83,6	7,7	3,7
650	92,4	16,5	7,2

Revendications

1- Utilisation pour le traitement de gaz d'échappement de moteurs à combustion interne, à teneur élevée en oxygène, en vue de la réduction des émissions des oxydes d'azot, d'un catalyseur comprenant un oxyde massif de structure spinelle de formule ZnAl_2O_4 .

2- Utilisation pour le traitement d gaz d'échappement d moteurs à combustion interne, à teneur élevée en oxygène, en vue de la réduction des émissions des oxydes d'azote, d'un catalyseur comprenant un oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse à l'exception de ZnAl_2O_4 .

3- Utilisation selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse répond à la formule (I) :



dans laquelle :

A est au moins un élément choisi dans les groupes IIa, Ib, IIb, IIIb, IVb et Vb ainsi que les éléments de transition de la classification périodique;

B est au moins un élément choisi dans les groupes IVa, VIa, VIIa, VIIIa, Ib à Vb de la classification périodique.

4- Utilisation selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse répond à la formule (I) dans laquelle A est au moins un élément choisi dans le groupe comprenant Mg, Ti, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn et Sn, et B est au moins un élément choisi dans le groupe comprenant Ti, Mn, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, Ga, In, Sn et Sb.

5- Utilisation selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'oxyde de structure spinelle normale ou spinelle inverse répond à la formule (I) dans laquelle B est Al ou Ga.

6- Utilisation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'oxyde utilisé de structure spinelle normale ou spinelle inverse est obtenu par chamottage de précurseurs des éléments constitutifs de la spinelle.

7- Utilisation selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'oxyde utilisé de structure spinelle normale ou spinelle inverse est obtenu par un procédé dans lequel on forme une solution ou suspension de sels des éléments constitutifs de la spinelle, on sèche et on calcine le milieu ainsi obtenu.

8- Utilisation selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'oxyde utilisé est obtenu par un procédé dans lequel on sèche par atomisation.

9- Utilisation selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que l'oxyde utilisé est obtenu par un procédé dans lequel on calcine à une température d'au moins 600°C.

10- Utilisation selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'oxyde utilisé de structure spinelle normale ou spinelle inverse est obtenu par un procédé dans lequel on effectue une combustion d'un mélange de précurseurs des éléments constitutifs de la spinelle et d'une source de carbone et d'azote.

11- Utilisation selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'oxyde utilisé de structure spinelle normale ou spinelle inverse est obtenu par un procédé dans lequel la source de carbone et d'azote est l'urée ou la glycine.

12- Utilisation pour la fabrication d'un système catalytique pour le traitement d gaz d'échappement d moteurs à combustion interne, à teneur élevée en oxygène, en vue de la réduction des émissions des oxydes d'azote, d'un oxyde tel qu défini dans l'une quelconque des revendications précédentes.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 0727

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	US-A-4 274 981 (TOYOTA JIDOSHA KOGYO KK) * colonne 2, ligne 24 - colonne 3, ligne 46; revendications 1-7 *	1-7,9,12	B01D53/94 B01J23/00
X	US-A-3 904 553 (CORNING GLASS WORKS) * colonne 1, ligne 9 - ligne 14 * * colonne 4, ligne 19 - ligne 37; revendications 1-7 *	1-7,9,12	
X	EP-A-0 210 681 (SHELL INT. RESEARCH MIJ.) * revendications 1-17 *	1-7,9,12	
X	FR-A-2 146 358 (W R GRACE & CO.) * page 3, ligne 24 - ligne 32; revendications 1-8 *	2-7,9,12	
X	US-A-4 228 138 (JOHNSON, MATTHEY & CO. LTD.) * colonne 3, ligne 22 - ligne 42; revendications 1-10 *	2-4,6-8,12	
X	DE-A-37 27 642 (BAYER AG) * le document en entier *	2-4,7,9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) B01D B01J
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 Juillet 1995	Examinateur Eijkenboom, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 150 (3.12.1994) (P4/C08)